

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2003年 4月25日

出願番号 Application Number: 特願2003-121729

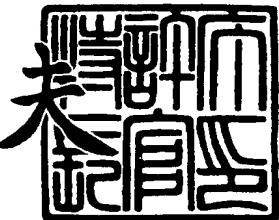
[ST. 10/C]: [JP2003-121729]

出願人 Applicant(s): 日本電気株式会社

2004年 2月20日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康





【書類名】 特許願

【整理番号】 53211120

【提出日】 平成15年 4月25日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04L 27/22

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7番1号 日本電気株式会社内

【氏名】 細川 泰輔

【特許出願人】

【識別番号】 000004237

【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100123788

【弁理士】

【氏名又は名称】 宮崎 昭夫

【電話番号】 03-3585-1882

【選任した代理人】

【識別番号】 100088328

【弁理士】

【氏名又は名称】 金田 暢之

【選任した代理人】

【識別番号】 100106297

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 克博

【選任した代理人】

【識別番号】 100106138

【弁理士】

【氏名又は名称】 石橋 政幸

**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 201087**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 0304683**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 周波数オフセットの検出処理システム及びそれを用いた周波数オフセットの検出処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基準周波数を発生させるTCXOと、受信信号の復調を行う復調部と、隣り合うPilot信号のシンボル間の位相移動量から周波数オフセットの検出を行う周波数オフセット検出部と、AFC制御部とから構成され、

該AFC制御部は、多数決判定部と、検出値変換部と、平均化処理部と、補正值算出部と、TCXO制御部とから構成され、

前記多数決判定部は、前記周波数オフセット検出部から読み出した、一定時間に渡って検出した複数の周波数オフセットによる位相移動量の検出値に対し、正の値か負の値かを判定し、正の値と負の値のどちらが多いかを集計し、

前記検出値変換部は、多数決判定の結果に応じて前記位相移動量の検出値の変換を行い、

前記平均化処理部は、変換後の複数の周波数オフセットによる位相移動量の検出値を加算し、加算数で割る処理を行い、

前記補正值算出部は、平均化処理後の位相移動量から周波数オフセットを算出し、

前記TCXO制御部は、算出された周波数オフセットに基づいてTCXO制御の補正を行う、周波数オフセットの検出処理システム。

【請求項2】 前記検出値変換部は、前記位相移動量の検出値の変換は、  
多数決判定の結果が負の検出値の数が少数であった場合は、負の検出値を+360° +負の検出値に変換し、  
多数決判定の結果が正の検出値の数が少数であった場合は、正の検出値を-360° +正の検出値に変換する、請求項1に記載の周波数オフセットの検出処理システム。

【請求項3】 請求項1に記載の周波数オフセットの検出処理システムを用いた周波数オフセットの検出処理方法であって、

前記多数決判定部により、前記周波数オフセット検出部から読み出した、一定

時間に渡って検出した複数の周波数オフセットによる位相移動量の検出値に対し、正の値か負の値かを判定し、正の値と負の値のどちらが多いかを集計し、

前記検出値変換部により、多数決判定の結果に応じて前記位相移動量の検出値の変換を行い、

前記平均化処理部により、変換後の複数の周波数オフセットによる位相移動量の検出値を加算し、加算数で割る処理を行い、

前記補正值算出部により、平均化処理後の位相移動量から周波数オフセットを算出し、

前記TCXO制御部により、算出された周波数オフセットに基づいてTCXO制御の補正を行う、周波数オフセットの検出処理方法。

【請求項4】 前記検出値変換部は、前記位相移動量の検出値の変換は、  
多数決判定の結果が負の検出値の数が少なかった場合は、負の検出値を+360  
° +負の検出値に変換し、  
多数決判定の結果が正の検出値の数が少なかった場合は、正の検出値を-36  
0° +正の検出値に変換する、請求項3に記載の周波数オフセットの検出処理方  
法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、周波数オフセットの検出処理システム及びそれを用いた周波数オフ  
セットの検出処理方法に関する。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

現在、移動通信システムに用いられている通信方式の1つにCDMA方式がある。CD  
MA方式は、送信側においてデータに符号による拡散を施し、受信側において同  
一の符号を用いて逆拡散をすることによって送信されたデータを復号する通信シ  
ステムである。移動機では、基地局の基準周波数と移動機の基準周波数を一致さ  
せるために、AFC制御を行う。AFCは、基地局から送信されるPilot信号から、基  
地局の基準周波数と移動機の基準周波数のずれ（周波数オフセット）を検出し補

正を行うものである。周波数オフセットが存在する場合、1つ前に受信したPilot信号のシンボルと現在のPilot信号のシンボルに位相の移動が生じる（図7）。この位相移動量  $\theta$  から以下の式により周波数オフセットを算出することができる。

## 【0003】

$$\Delta f = \text{Rate} \times (\theta / 360^\circ)$$

（ $\Delta f$ ：周波数オフセット、 $\theta$ ：Pilot信号のシンボル間の位相移動量、  
Rate：Pilot信号のSymbol rate）

実際の無線通信では、白色雑音やフェージングにより受信信号の位相がばらつく。これにより周波数オフセットによる位相移動量の検出値の精度が劣化する。この問題に対し、複数の周波数オフセットによる位相移動量の検出値を平均化する処理を行うことによって、検出精度を向上させる方法がある。図8は平均化処理の様子を示したものである。周波数オフセットによる位相移動量の検出誤差をそれぞれ  $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$  とすると、平均化処理後の検出誤差は

## 【0004】

## 【数1】

$$\theta_\alpha = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \theta_k / n$$

となる。 $\theta_1 \sim \theta_n$  はランダムであるため、時間的に平均すると 0 になる。したがって、平均化処理後の検出誤差  $\theta_\alpha$  は、平均化前の検出誤差より小さな値となる可能性が高く検出誤差を軽減することができる。ここで、理論上の周波数オフセットの検出可能な限界値は位相移動量  $\theta$  が  $-180^\circ \sim +180^\circ$  の範囲となる。 $\theta$  が  $\pm 180^\circ$  を越えた場合は、周波数オフセットのずれの方向を誤って判定してしまう。このとき、周波数オフセットによる位相移動量の検出値の符号は実際の周波数オフセットによる位相移動量の符号と異なるものになる。たとえば、実際の位相移動量が  $-190^\circ$  の場合、検出値は  $+170^\circ$  と符号を誤って判定してしまう。Noise やフェージングの影響を受けた場合には、位相移動量が  $-180^\circ \sim +180^\circ$  の範囲を越えていなくても、符号を誤って検出する可能性がある。

## 【0005】

図9はそのときの様子を示したものである。周波数オフセットによる位相移動量が+170°で、Noiseにより位相が+25°回転した場合、位相移動量は+195°となるが、検出値は-165°と誤った値となる。平均化処理の際に加算する検出値の中に、このような符号を誤った検出値が含まれると、検出精度を著しく劣化させる原因となる。図10を見ると(1), (2), (3)のような符号を誤った検出値が数回存在することによって、検出値の平均 $\theta_a$ が実際の位相移動量 $\theta_f$ と著しく異なる値となることが分かる。

### 【0006】

上述の問題点を解決する方法として、AFC(Auto Frequency Control)制御において、周波数オフセットのずれの方向の検出精度を向上するために、周波数オフセットのずれの方向の検出値の多数決判定を行う方法がある（特許文献1参照。）。その方法は、位相ずれのデータを位相ずれの大きさと位相ずれの方向とを別々に処理するために、位相ずれの大きさ情報のみを取り出す手段と、位相ずれの大きさ情報のみを平均化する手段と、位相ずれの方向情報のみを取り出す手段と、位相ずれの方向情報の多数決をとり多い方の方向を選択する手段とを有する自動周波数制御装置により、これ等平均値と多数決とに従ってローカル発生部の周波数を制御する方法である。

### 【0007】

#### 【特許文献1】

特開平9-233139号公報

### 【0008】

#### 【発明が解決しようとする課題】

無線通信で受信信号に加わる熱雑音は、通常ガウス分布となるため、十分に長い時間を測定したとき、位相ずれ検出値の分布の中心値と実際の位相ずれはほぼ同じ値となる。しかし、上述の特許文献1に記載の方法では、多数決判定結果による変換後の位相ずれ検出値の分布がゆがむため、分布の中心値（=実際の位相ずれ）と分布の平均値（=処理後の検出値）が異なる値となる（図11参照）。従って、熱雑音等の干渉による位相ずれの検出誤差を十分に軽減できない。

### 【0009】

本発明の目的は、平均化処理の前に多数決判定と検出値の変換処理を行い、検出精度を向上させる、周波数オフセットの検出処理システム及びそれを用いた周波数オフセットの検出処理方法を提供することにある。

### 【0010】

#### 【課題を解決するための手段】

本発明の周波数オフセットの検出処理システムは、

基準周波数を発生させるTCXOと、受信信号の復調を行う復調部と、隣り合うPilot信号のシンボル間の位相移動量から周波数オフセットの検出を行う周波数オフセット検出部と、AFC制御部とから構成され、AFC制御部は、多数決判定部と、検出値変換部と、平均化処理部と、補正值算出部と、TCXO制御部とから構成され、多数決判定部は、周波数オフセット検出部から読み出した、一定時間に渡って検出した複数の周波数オフセットによる位相移動量の検出値に対し、正の値か負の値かを判定し、正の値と負の値のどちらが多いかを集計し、検出値変換部は、多数決判定の結果に応じて位相移動量の検出値の変換を行い、平均化処理部は、変換後の複数の周波数オフセットによる位相移動量の検出値を加算し、加算数で割る処理を行い、補正值算出部は、平均化処理後の位相移動量から周波数オフセットを算出し、TCXO制御部は、算出された周波数オフセットに基づいてTCXO制御の補正を行う。

### 【0011】

また、検出値変換部は、位相移動量の検出値の変換は、多数決判定の結果が負の検出値の数が少なかった場合は、負の検出値を $+360^\circ$  + 負の検出値に変換し、多数決判定の結果が正の検出値の数が少なかった場合は、正の検出値を $-360^\circ$  + 正の検出値に変換してもよい。

### 【0012】

本発明の周波数オフセットの検出処理方法は、

上述の周波数オフセットの検出処理システムを用いた周波数オフセットの検出処理方法であって、

多数決判定部により、周波数オフセット検出部から読み出した、一定時間に渡って検出した複数の周波数オフセットによる位相移動量の検出値に対し、正の値

か負の値かを判定し、正の値と負の値のどちらが多いかを集計し、検出値変換部により、多数決判定の結果に応じて位相移動量の検出値の変換を行い、平均化処理部により、変換後の複数の周波数オフセットによる位相移動量の検出値を加算し、加算数で割る処理を行い、補正值算出部により、平均化処理後の位相移動量から周波数オフセットを算出し、TCXO制御部により、算出された周波数オフセットに基づいてTCXO制御の補正を行う。

### 【0013】

本発明は、CDMA(Code Division Multiple Access)方式における周波数オフセットの検出方法に関するものである。AFC(Auto Frequency Control)制御における周波数オフセットの検出処理では、フェージングや白色雑音による検出精度の劣化を軽減するために、一定時間に渡って検出したシンボル間の位相移動量の値を平均化する処理を行う。ここで、周波数オフセットによるシンボル間の位相移動量が±180°付近であった場合、干渉等の影響により周波数オフセットのずれの方向を誤って判断してしまうことがある。平均化処理の際に加算する検出値の中に、このようななずれの方向を誤った検出値が含まれると、検出精度を著しく劣化させる原因となる。本発明は、平均化処理の前に、多数決判定により周波数オフセットのずれの方向を判定し、その結果から検出値の符号を一致させる処理を行うことにより、上記問題点を改善するものである。

### 【0014】

#### 【発明の実施の形態】

図1を参照すると、本発明の実施の形態は、TCXO010、AFC制御部020、復調部030、周波数オフセット検出部040を含む。TCXO010は基準周波数を発生させる。復調部030は受信信号の復調を行う。周波数オフセット検出部040は隣り合うPilotシンボル間の位相移動量から周波数オフセットの検出を行う。AFC制御部020は、周波数オフセットによる位相移動量の検出値の多数決判定部021、検出値変換部022、平均化処理部023、補正值算出部024、TCXO制御部025から構成され、それぞれの処理を行う。

### 【0015】

本発明の実施の形態の全体の動作について図2～5を用いて詳細に説明する。

まず、周波数オフセット検出部040では、Pilot信号のシンボル間の位相移動量から周波数オフセットを検出する（図2-S1）。AFC制御部030では、周波数オフセット検出部から値を読み出し、一定時間に渡って検出した複数の周波数オフセットによる位相移動量の検出値に対し多数決判定を行う（図2-S2, S3）。多数決判定では、周波数オフセットによる位相移動量の検出値が正の値か負の値かを判定し、正の値と負の値のどちらが多いかを集計する（図3-S11）。これは、周波数オフセットのずれの方向を判断するために行うものである。次に、多数決判定の結果に応じて位相移動量の検出値の変換を行う（図2-S4）。多数決判定で少數であった符号の検出値は周波数オフセットのずれの方向を誤って判定しているものとみなし、誤りの補正を行う。位相移動量の検出値の変換は以下の式を用いて行う。

「負の検出値の数が少數であった場合」 （図3-S12～S14）

$$\text{負の検出値} \rightarrow +360^\circ + \text{負の検出値}$$

「正の検出値の数が少數であった場合」 （図3-S15～S17）

$$\text{正の検出値} \rightarrow -360^\circ + \text{正の検出値}$$

図8のように、Noiseにより位相移動量が $180^\circ$ を越えた場合に、上記変換処理を適用したときの様子を図4に示す。図4のような受信点の場合、位相移動量の検出値は $-165^\circ$ となる。ここで、多数決判定の結果が負の検出値が少數であった場合、以下のように値の変換を行う。

### 【0016】

$$-165^\circ \rightarrow +360^\circ - 165^\circ = +195^\circ$$

この処理により、Noiseの影響によって誤って検出された位相移動量の方向を修正することができる。平均化処理は、変換後の検出値に対し行う（図2-S5）。平均化処理では、一定時間に渡って検出した複数の周波数オフセットによる位相移動量の検出値を加算し、加算数で割る処理を行う。平均化処理によって干渉成分の影響を軽減し、周波数オフセットによる位相移動量の検出値の検出精度を向上させることができる。平均化処理の前にずれの方向を判定し、検出値の符号を全て一致させているので、検出値の一部が、周波数オフセットのずれの方向を誤って判定していたとしても、平均化処理による検出精度の向上を効果的に行

うことができる。

### 【0017】

図10のように、周波数オフセットのずれの方向に誤りがある場合に、上記変換処理を適用したときの様子を図5に示す。変換処理を行う前は、(1), (2), (3)の検出値が位相移動量のずれの方向を誤って判定しているために、検出値の平均 $\theta_a$ が周波数オフセットの位相移動量 $\theta_b$ と著しく異なる値となっている。ここで、変換処理により、(1) → A, (2) → B, (3) → Cと値を変換することによって、検出値の平均が $\theta_a \rightarrow \theta_b$ と修正され、周波数オフセットによる位相移動量とほぼ一致した値を検出できる。検出した位相移動量から周波数オフセットを算出し、算出された周波数オフセット値に基づいてTCXO制御の補正を行う。

### 【0018】

本実施の形態の多数決判定結果による変換後の位相ずれ検出値の分布はほぼガウス分布となり、分布の中心値（＝実際の位相ずれ）と分布の平均値（＝処理後の検出値）がほぼ同じ値となる（図6参照）。従って、特許文献1に記載の方法よりも本実施の形態の方法の方が、熱雑音等の干渉による位相ずれの検出誤差を軽減できる。

### 【0019】

#### （発明の他の実施の形態）

本発明の実施の形態では、周波数オフセットのずれの方向を判定方法として、多数決判定を用いたが、受信電力や位相移動量の大きさに応じた重み付けを行い判定することも可能である。

### 【0020】

また、本発明の実施の形態では、CDMA方式を例に挙げたが、基地局と移動機で周波数同期を必要とする他の無線通信方式でも適用可能である。

### 【0021】

#### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明には以下の効果がある。

### 【0022】

AFC制御の周波数オフセット検出処理において、周波数オフセットによる周波

数移動量が±180°付近の場合、フェージングや雑音により、周波数オフセットのずれの方向を誤って判定することがあるため、検出誤差を軽減するための平均化処理が効果的に行われないことがある。

#### 【0023】

本発明の効果は、平均化処理の前に、多数決判定と周波数オフセットによる位相移動量の検出値の変換処理を行うことで、上記問題点を改善できることである。

#### 【0024】

また、本発明の多数決判定結果による変換後の位相ずれ検出値の分布はほぼガウス分布となり、分布の中心値（＝実際の位相ずれ）と分布の平均値（＝処理後の検出値）がほぼ同じ値となり、従来技術の方法よりも、熱雑音等の干渉による位相ずれの検出誤差を軽減できる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の実施の形態の周波数オフセットの検出処理システムの構成を示す図である。

##### 【図2】

本発明の実施の形態の周波数オフセットの検出処理システムを用いた周波数オフセットの検出処理方法のフローチャートを示す図である。

##### 【図3】

多数決判定と変換処理のフローチャートを示す図である。

##### 【図4】

検出値の変換処理を示す図である。

##### 【図5】

変換後の平均化処理を示す図である。

##### 【図6】

本発明の多数決判定結果による変換後の位相ずれ検出値の分布を示す図である。

##### 【図7】

周波数オフセットの検出を示す図である。

【図8】

複数の周波数オフセットによる位相移動量の検出値を平均化する処理を示す図である。

【図9】

周波数オフセットによる位相移動量が $+170^\circ$ で、Noiseにより位相が $+25^\circ$ 回転した場合、位相移動量は $+195^\circ$ となるが、検出値は $-165^\circ$ と誤った値となることを示す図である。

【図10】

平均化処理の際に加算する検出値の中に、符号を誤った検出値が数回存在することによって、検出値の平均 $\theta_a$ が実際の位相移動量 $\theta_f$ と著しく異なる値となることを示す図である。

【図11】

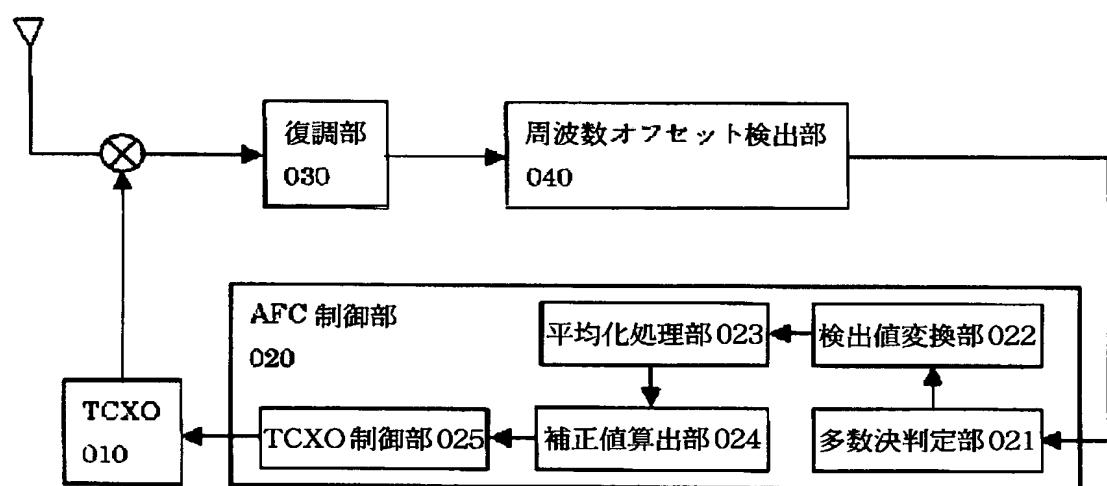
多数決判定結果による変換後の位相ずれ検出値の分布がゆがむため、分布の中心値（=実際の位相ずれ）と分布の平均値（=処理後の検出値）が異なる値となることを示す図である。

【符号の説明】

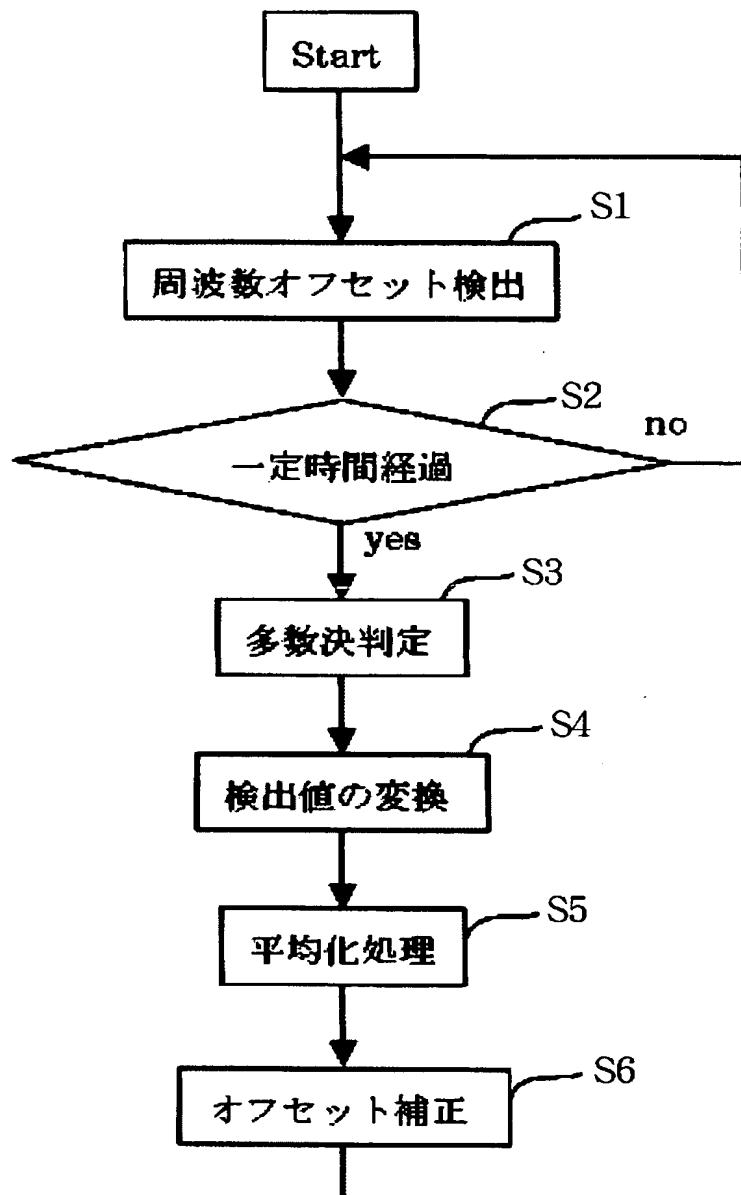
0 1 0	T C X O
0 2 0	A F C 制御部
0 2 1	多数決判定部
0 2 2	検出値変換部
0 2 3	平均化処理部
0 2 4	補正值算出部
0 2 5	T C X O 制御部
0 3 0	復調部
0 4 0	周波数オフセット検出部

【書類名】 図面

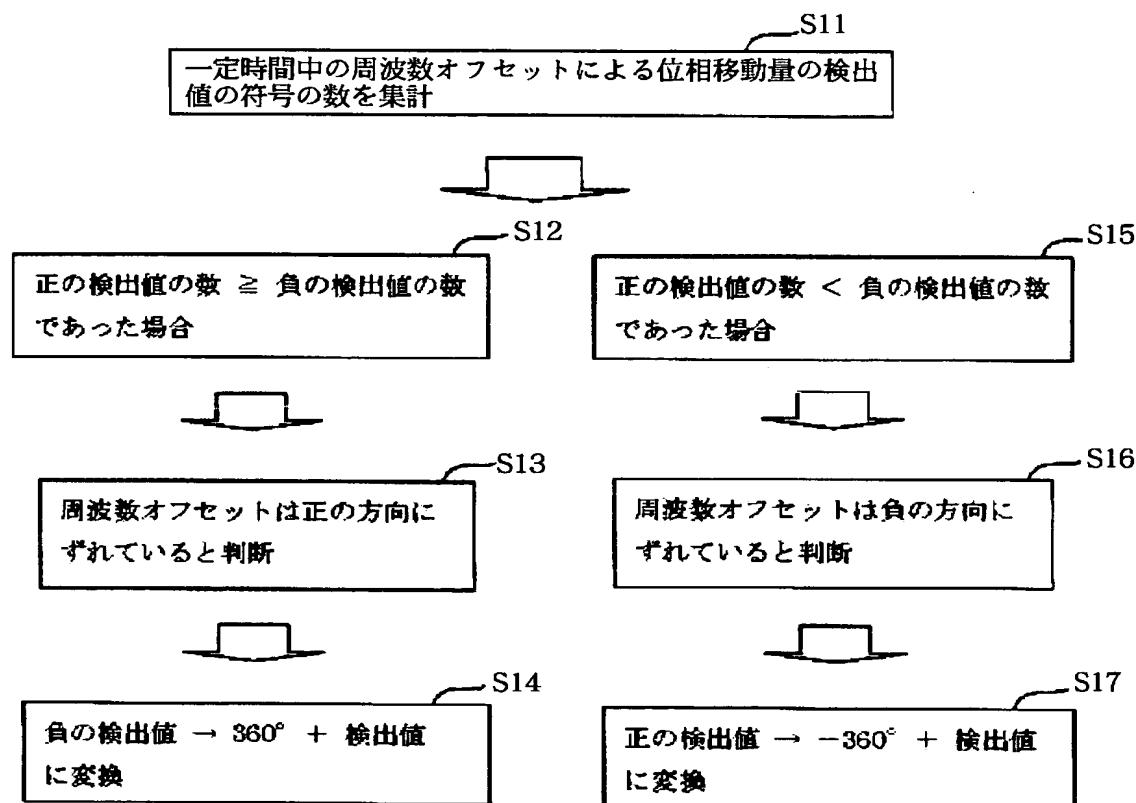
【図1】



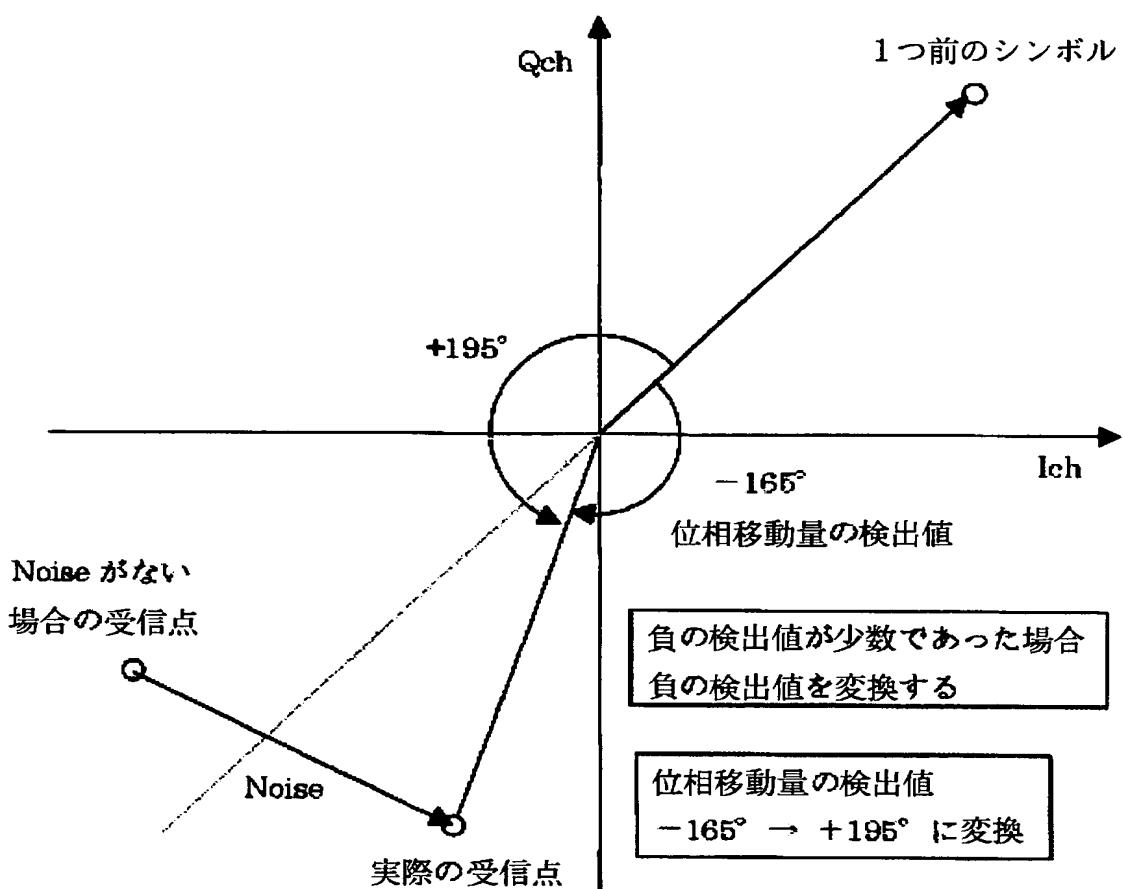
【図2】



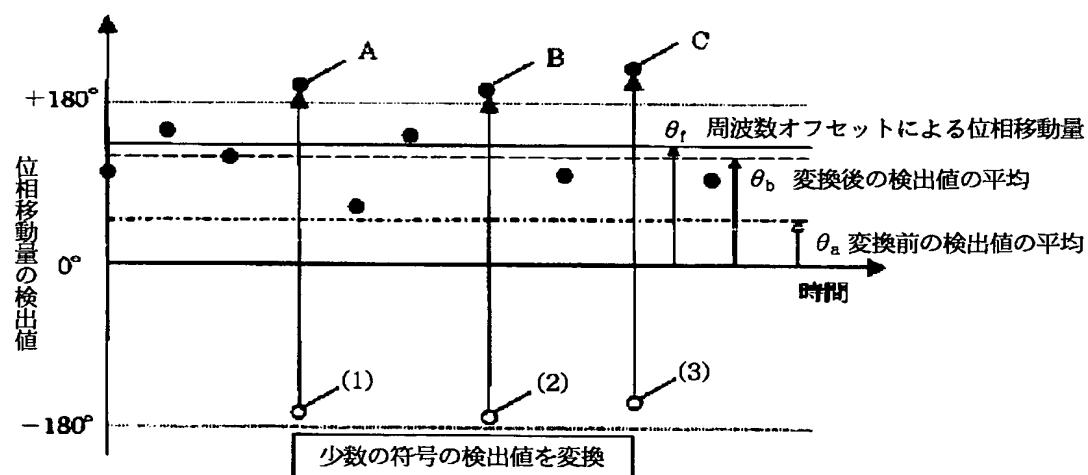
【図3】



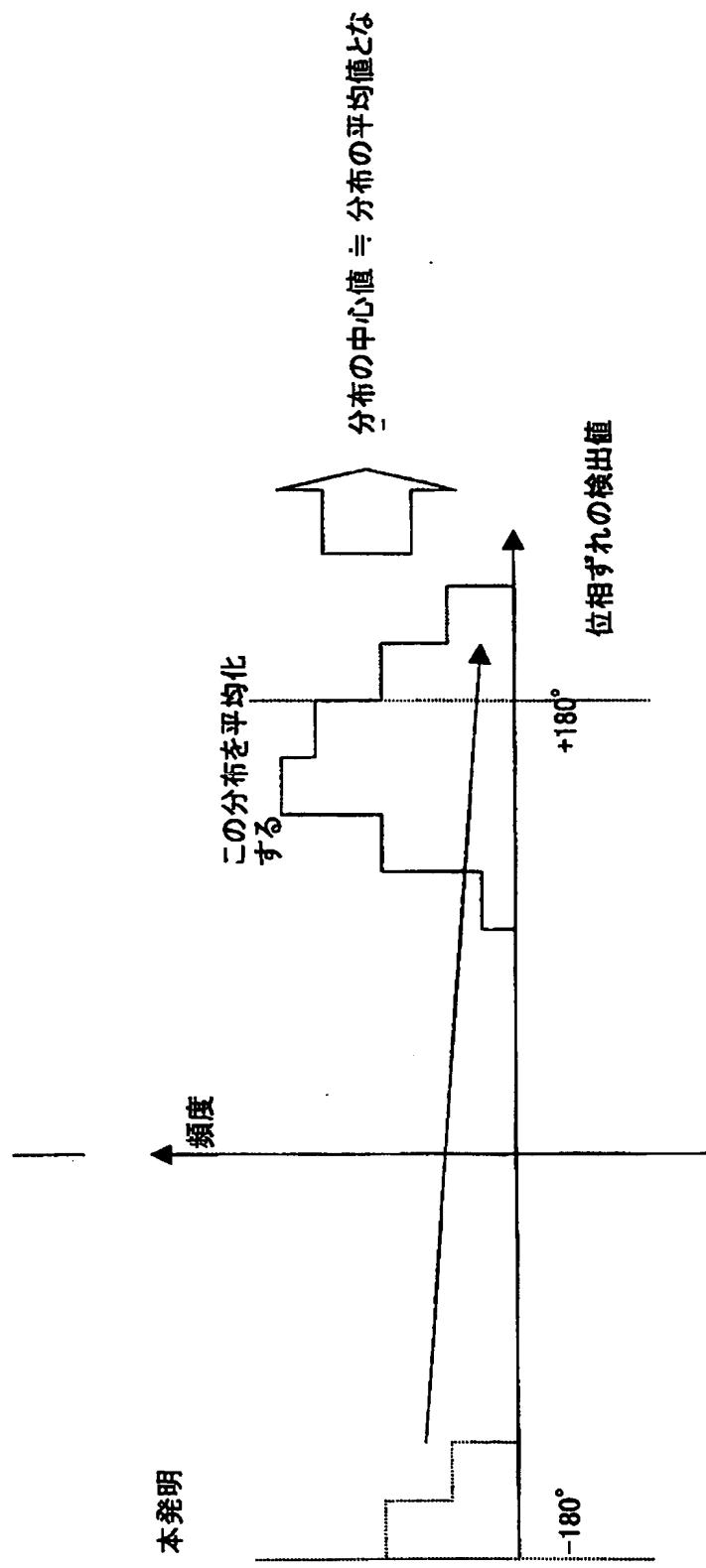
【図4】



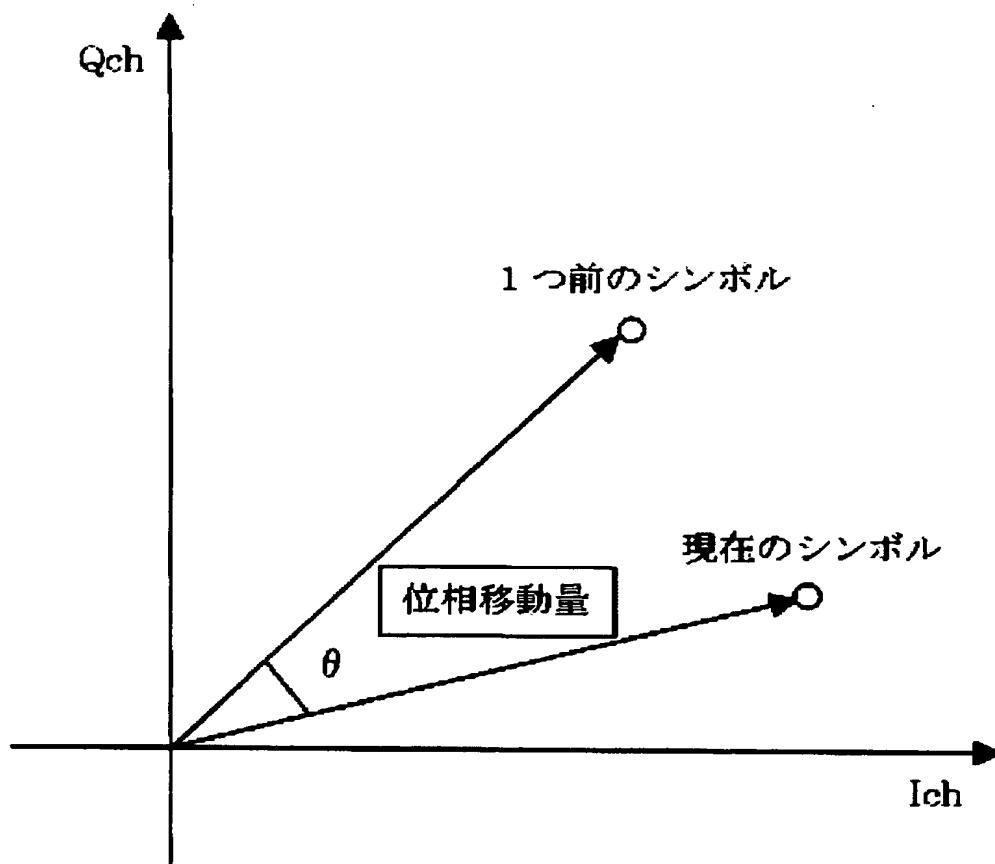
【図5】



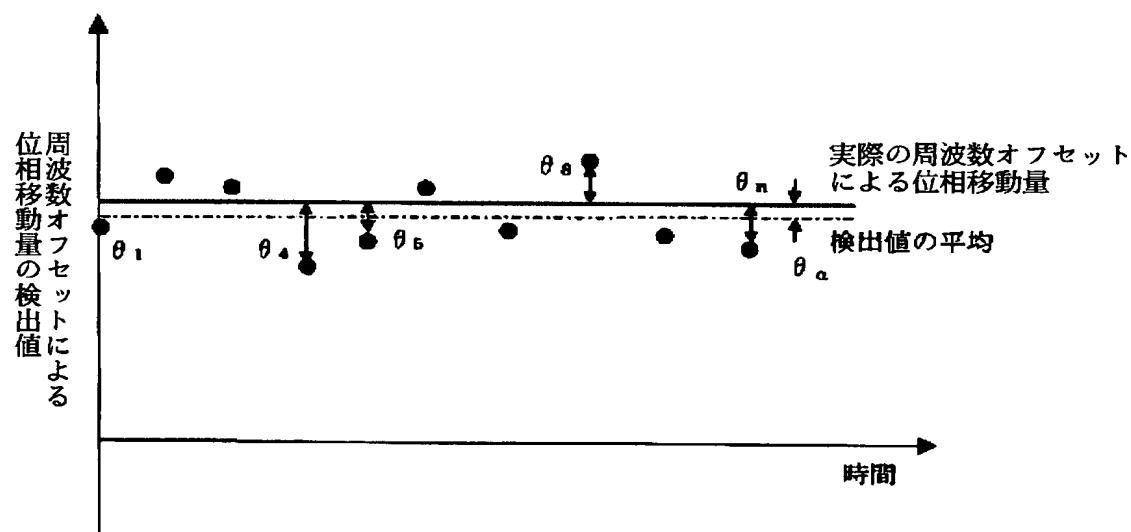
【図 6】



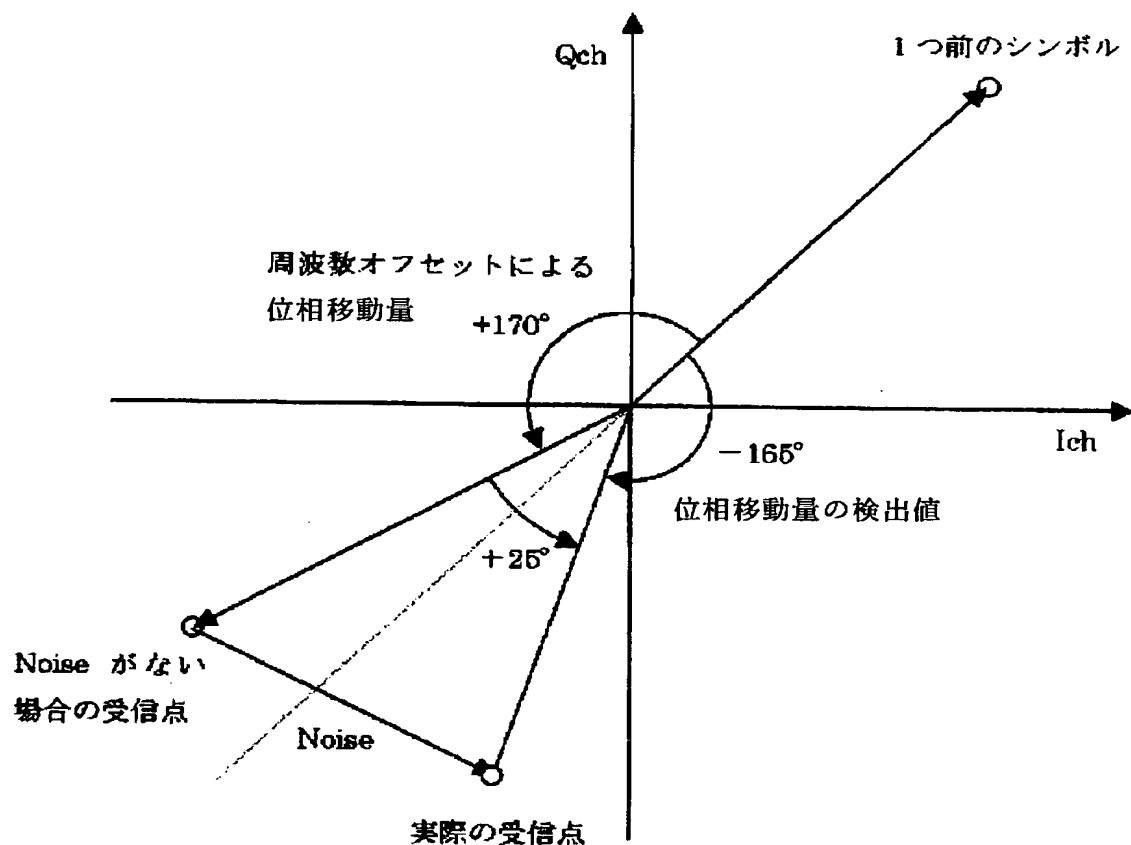
【図7】



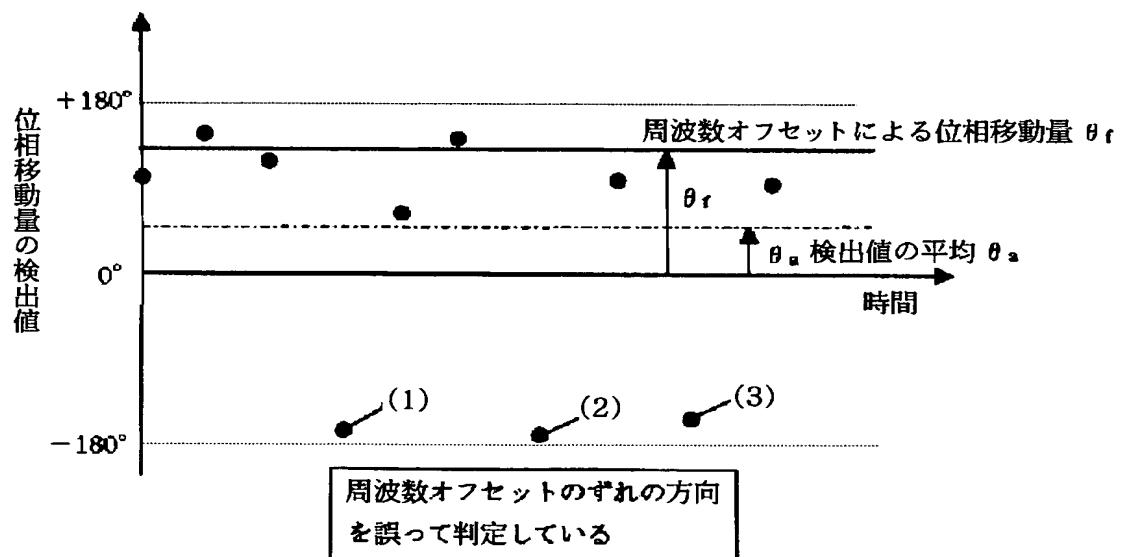
【図8】



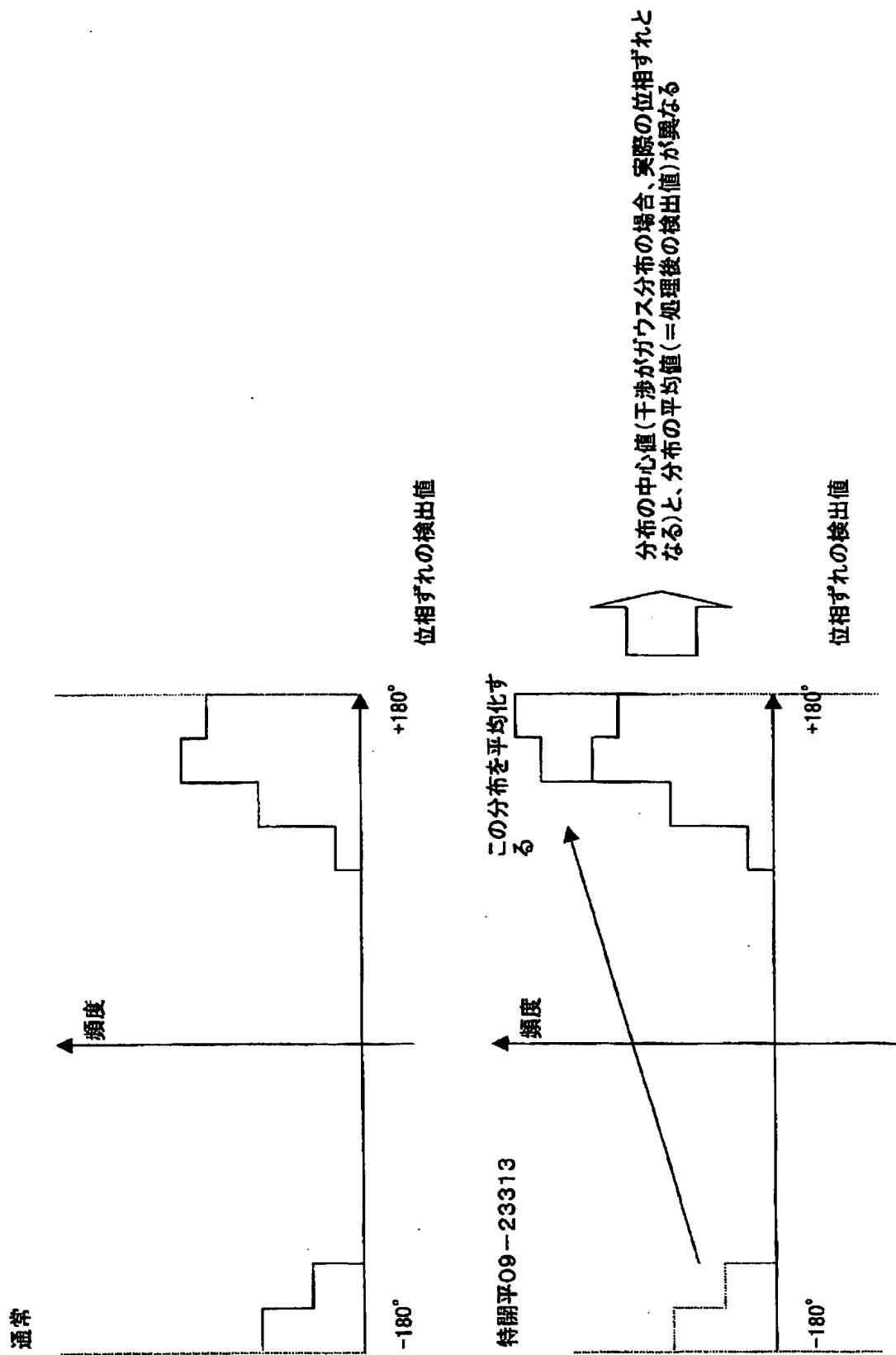
【図9】



【図10】



【図11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 平均化処理の前に多数決判定と検出値の変換処理を行い、検出精度を向上させる、周波数オフセットの検出処理システム及びそれを用いた周波数オフセットの検出処理方法を提供する。

【解決手段】 多数決判定部により、周波数オフセット検出部から読み出した、一定時間に渡って検出した複数の周波数オフセットによる位相移動量の検出値に対し、正の値か負の値かを判定し、正の値と負の値のどちらが多いかを集計し、検出値変換部により、多数決判定の結果に応じて位相移動量の検出値の変換を行い、平均化処理部により、変換後の複数の周波数オフセットによる位相移動量の検出値を加算し、加算数で割る処理を行い、補正值算出部により、平均化処理後の位相移動量から周波数オフセットを算出し、TCXO制御部により、算出された周波数オフセットに基づいてTCXO制御の補正を行う。

【選択図】 図1

特願 2003-121729

## 出願人履歴情報

識別番号 [00004237]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区芝五丁目7番1号

氏 名 日本電気株式会社